



REC'D 17 SEP 2003  
WIPO PCT

05 SEP 2003

# Ministero delle Attività Produttive

Direzione Generale per lo Sviluppo Produttivo e la Competitività  
Ufficio Italiano Brevetti e Marchi  
Ufficio G2

Autenticazione di copia di documenti relativi alla domanda di brevetto per: **Invenzione Industriale**

N. MI2002 A 001995

**CERTIFIED COPY OF  
PRIORITY DOCUMENT**



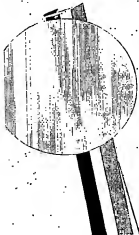
BEST AVAILABLE COPY

*Si dichiara che l'unita copia è conforme ai documenti originali depositati con la domanda di brevetto sopraspecificata, i cui dati risultano dall'accluso processo verbale di deposito.*

**PRIORITY  
DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

Roma, li 55 AGO 2003

IL DIRIGENTE  
*Paola Giuliano*  
D.ssa Paola Giuliano



## AL MINISTERO DELLE ATTIVITA' PRODUTTIVE

UFFICIO ITALIANO BREVETTI E MARCHI - ROMA

DOMANDA DI BREVETTO PER INVENZIONE INDUSTRIALE, DEPOSITO RISERVE, ANTICIPATA ACCESSIBILITÀ AL PUBBLICO

MODULO A

marca  
da  
bollo

## A. RICHIEDENTE (I)

N.G.

SR

1) Denominazione URETEK S.r.l. codice 03072980232  
 Residenza Bosco Chiesanuova (Verona)  
 2) Denominazione \_\_\_\_\_  
 Residenza \_\_\_\_\_ codice \_\_\_\_\_

## B. RAPPRESENTANTE DEL RICHIEDENTE PRESSO L'U.I.B.M.

cognome nome Dr. Ing. MODIANO Guido ed altri cod. fiscale \_\_\_\_\_  
 denominazione studio di appartenenza Dr. MODIANO & ASSOCIATI SpA  
 via Meravigli n. 18 città MILANO cap 20123 (prov) \_\_\_\_\_

## C. DOMICILIO ELETTIVO destinatario

via \_\_\_\_\_ n. \_\_\_\_\_ città \_\_\_\_\_ cap \_\_\_\_\_ (prov) \_\_\_\_\_

## D. TITOLO

classe proposta (sz/di/sci) E02d gruppo/sottogruppo \_\_\_\_\_

PROCEDIMENTO PER RIPARARE E/O IMPERMEABILIZZARE E/O ISOLARE E/O RIN-  
FORZARE E/O RICOSTRUIRE L'INTEGRITA' STRUTTURALE DI SISTEMI MURARI;

ANTICIPATA ACCESSIBILITÀ AL PUBBLICO:

SI ☐ NO ☒

SE ISTANZA: DATA \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ N° PROTOCOLLO \_\_\_\_\_

## E. INVENTORI DESIGNATI

cognome nome

1) CANTERI Carlo 3) \_\_\_\_\_  
 2) \_\_\_\_\_ 4) \_\_\_\_\_

## F. PRIORITÀ

nazione o organizzazione

tipo di priorità

numero di domanda

data di deposito

allegato  
S/R

1) \_\_\_\_\_  
 2) \_\_\_\_\_

## G. CENTRO ABILITATO DI RACCOLTA CULTURE DI MICROORGANISMI, designazione

## H. ANNOTAZIONI SPECIALI

## DOCUMENTAZIONE ALLEGATA

N. es.

Doc. 1) ☒ PROV n. pag. 28  
 Doc. 2) ☒ PROV n. tav. 14  
 Doc. 3) ☒ RS  
 Doc. 4) ☐ RS  
 Doc. 5) ☐ RS  
 Doc. 6) ☐ RS  
 Doc. 7) ☐

riassunto con disegno principale, descrizione e rivendicazioni (obbligatorio 1 esemplare) .....  
 disegno (obbligatorio se citato in descrizione, 1 esemplare) .....  
 lettera d'incarico, procura o riferimento procura generale .....  
 designazione inventore .....  
 documenti di priorità con traduzione in italiano .....  
 autorizzazione o atto di cessione .....  
 nominativo completo del richiedente

8) allegati di versamento, totale Euro

291,80,-

obbligatorio

COMPILATO IL 19/09/2002

FIRMA DELL'I RICHIEDENTE(I)

Dr. Ing. MODIANO Guido

CONTINUA SI/NO

NO

DEL PRESENTE ATTO SI RICHIEDE COPIA AUTENTICA SI/NO

SICAMERA DI COMMERCIO IND. ART. E AGR. DI MILANO MILANOcodice 155

VERBALE DI DEPOSITO

NUMERO DI DOMANDA

MI2002A 001995

Rep. A.

L'anno

DUEMILADUE

il giorno

DICIANNOVE

del mese di

SETTEMBRE

Il/Il richiedente (i) soprindicato (i) ha/hanno presentato a me sottoscritto la presente domanda, esposta \_\_\_\_\_ fogli aggiuntivi per la concessione del brevetto sopraportata.

L. ANNOTAZIONI VARIE DELL'UFFICIALE ROGANTE

IL RAPPRESENTANTE

PUR INFORMATO DEL CONTENUTO

DELLA CIRCOLARE N. 423 DEL 30/01/2001 EFFETTUA IL DEPOSITO CON RISERVADI LETTERA DI INCARICO:

IL DEPOSITANTE

L'UFFICIALE ROGANTE

RIASSUNTO INVENZIONE CON DISEGNO PRINCIPALE, DESCRIZIONE E RIVENDICAZIONE

NUMERO DOMANDA MI2002A 00 REG. A

DATA DI DEPOSITO 19/09/2002

NUMERO BREVETTO

DATA DI RILASCIO

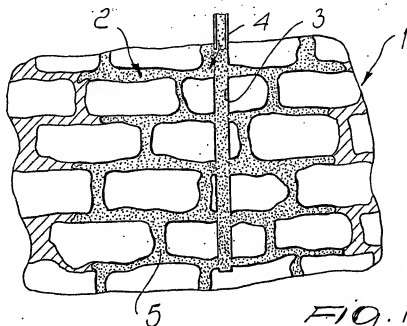
## B. TITOLO

**PROCEDIMENTO PER RIPARARE E/O IMPERMEABILIZZARE E/O ISOLARE E/O RINFORZARE E/O RICOSTRUIRE L'INTEGRITA' STRUTTURALE DI SISTEMI MURARI.**

## L. RIASSUNTO

Il presente trovato si riferisce ad un procedimento per riparare e/o impermeabilizzare e/o isolare e/o rinforzare e/o ricostruire l'integrità strutturale di sistemi murari. Il procedimento consiste nell'eseguire fori di iniezione, distanziati fra loro, all'interno di un sistema murario in modo atto ad attraversare cavità presenti nel sistema murario. Successivamente, all'interno di questi fori, vengono inseriti tubi di iniezione e, attraverso questi tubi di iniezione, viene iniettata una sostanza espandente, successivamente all'iniezione, a seguito di una reazione chimica in modo tale che la sostanza citata raggiunga le cavità in comunicazione con i fori di iniezione o prossime ai fori di iniezione. Preferibilmente, i tubi di iniezione vengono ritirati gradualmente lungo i fori di iniezione in senso contrario al senso di inserimento per consentire alla sostanza citata di diffondersi in tutte le cavità attraversate dai fori di iniezione o prossime a questi.

## M. DISEGNO



URETEK S.r.l.,

MI 2002A 001995  
con sede a Bosco Chiesanuova (Verona).

\*\*\*\*\*

## DESCRIZIONE

Il presente trovato ha come oggetto un procedimento per riparare e/o impermeabilizzare e/o isolare e/o rinforzare e/o ricostruire l'integrità strutturale di sistemi murari. In particolare, il procedimento secondo il trovato è in grado di aumentare la resistenza meccanica di un sistema murario e/o di diminuirne la permeabilità a flussi di acqua e/o di diminuirne la conducibilità termica e/o altro e può essere attuato anche in presenza di acqua.

Le murature o sistemi murari costituenti i manufatti edilizi sono generalmente realizzati attraverso la sovrapposizione o l'accostamento di blocchi lapidei o laterizi o altro con interposto del legante di calce o cemento o altro, senza la presenza di vuoti o cavità.

Il dimensionamento progettuale degli stessi, infatti, considera come reagente l'intera sezione del sistema murario, ovvero dispone che tutta la sezione della muratura sia coinvolta nell'opera di sostegno dei carichi gravanti; in altre parole esclude la presenza di vuoti o cavità all'interno del sistema murario. In termini di resistenza, il progetto tiene conto di una tensione ammissibile per la muratura data dal contributo fornito dalla resistenza del blocco laterizio o lapideo o altro e dal contributo fornito dalla resistenza del legante utilizzato, anche avvalendosi di prove di laboratorio.

A costruzione ultimata, col trascorrere del tempo, può accadere che





il letto di legante interposto fra i blocchi o parte dei blocchi stessi vengano disgregati dall'azione al contorno generata da acqua o aria o altro, oppure vengano trasportati in altra sede da flussi filtranti, oppure ancora vengano alterati dall'azione chimica indotta da diversi fenomeni, anche atmosferici.

Tale diminuzione di materiale all'interno della sezione muraria genera la presenza di vuoti di svariate dimensioni con conseguente netta parzializzazione della sezione resistente, diminuzione della tensione ammissibile o aumento di permeabilità ed altro.

In alcuni casi tale diminuzione di resistenza può provocare il collasso del manufatto edilizio.

In altri casi può accadere che sistemi murari completamente integri, ma con presenza in essi di vuoti, non svolgano più correttamente la loro funzione in quanto soggetti a condizioni al contorno non previste in fase di progettazione come, ad esempio, sviluppo di tensioni gravanti sul sistema murario di diversa intensità o direzione rispetto a quanto progettato, oppure presenza di fluido in adiacenza alle pareti del sistema murario con conseguenti moti filtranti fra i blocchi, oppure necessità di un maggiore isolamento termico da parte del sistema murario, oppure ancora esigenza di rendere maggiormente coesa la struttura muraria, o altro.

Sono noti vari sistemi per garantire comunque la messa in sicurezza della muratura e la rigenerazione della stessa. Si tratta in generale di sistemi che tendono a ricostruire il corpo murario attraverso operazioni cosiddette di 'cuci e scuci', ovvero delicate operazioni consistenti in



parziali asportazioni di corpi deteriorati, unite a temporanei sostegni della muratura complementare con opere accessorie quali puntelli, tavole, tiranti, o altro e completa sostituzione delle parti asportate. Questa metodologia, oltre ad essere molto invasiva, richiede tempi realizzativi molto lunghi e costi molto elevati.

Sono noti altri sistemi di consolidamento murario consistenti in 'incravattature' o 'cerchiature' o simili delle murature deteriorate. Si tratta di sistemi che prevedono l'ausilio di elementi accessori a garantire il recupero di resistenza del corpo murario, quali, ad esempio, puntelli, centine, barre o altro. Tali metodologie, oltre ad essere molto invasive, modificano l'originale struttura e geometria del corpo murario introducendo nuovi elementi metallici o altro che rimangono visibili all'osservatore. I costi per l'applicazione di tali metodologie sono, in generale, molto elevati.

Sono noti, inoltre, alcuni altri sistemi che prevedono l'iniezione orizzontale, o comunque in direzione perpendicolare alle due facce opposte di maggiore estensione, nel sistema murario di alcune miscele cementizie o chimiche eventualmente additivate allo scopo di riempire i vuoti formati. Le iniezioni eseguite orizzontalmente e perpendicolarmente alla superficie del muro, per garantire il raggiungimento di tutti i vuoti, devono essere molto numerose, anche per i motivi che appariranno molto più chiari in seguito e quindi la procedura diventa lunga ed onerosa. Inoltre le miscele usate, in genere non espandenti o con bassissimi gradi di espansione, vengono iniettate a bassa pressione mediante l'utilizzo di pompe elettriche o altro o a



caduta a gravità e questo soprattutto per evitare il rischio di lesionare irreversibilmente le murature. Nei metodi sopra descritti, quindi, viene utilizzato un materiale non espandente o pochissimo espandente e, sempre per non danneggiare irreversibilmente il sistema murario, con una forza di espansione irrisoria (e perfino non nota) e soprattutto non controllata e non dissipabile.

Per tutti questi motivi con tali procedimenti è molto difficile garantire sia il riempimento di tutti i vuoti, anche di quelli più lontani al punto di iniezione, sia il riempimento completo della cavità a sviluppo verticale. Infine, proprio per le caratteristiche citate, tali procedimenti non sono in grado di indurre nella muratura uno stato di tensione tale per cui le caratteristiche meccaniche del sistema murario vengano notevolmente migliorate rispetto a prima dell'intervento.

Compito precipuo del presente trovato è quello di escogitare un procedimento che consenta di riparare e/o impermeabilizzare e/o isolare e/o rinforzare e/o ricostruire l'integrità strutturale di sistemi murari in modo efficace e duraturo e con costi di attuazione nettamente inferiori rispetto ai sistemi attualmente in uso.

Nell'ambito di questo compito, uno scopo del trovato è quello di proporre un procedimento che possa essere adottato, senza problemi, anche qualora il sistema murario o parte di esso sia immersa in acqua.

Un altro scopo del trovato è quello di proporre un procedimento che non richieda la completa sostituzione degli elementi costituenti il sistema murario deteriorato e che non preveda l'utilizzo di materiali accessorie, anche visibili, atte ad aumentare la resistenza





del sistema o la sezione resistente della muratura stessa o a diminuirne la permeabilità.

Un ulteriore scopo del trovato è quello di proporre un procedimento che risulti di semplice e rapida esecuzione, che garantisca la sicurezza del manufatto edilizio durante e dopo l'attuazione del procedimento, che consenta di ricostituire l'integrità strutturale del sistema murario e che garantisca una netta diminuzione di permeabilità del sistema murario e/o che assicuri una diminuzione della sua conducibilità termica.

Questo compito, nonché questi ed altri scopi che meglio appariranno in seguito, sono raggiunti da un procedimento per riparare e/o impermeabilizzare e/o isolare e/o rinforzare e/o ricostruire l'integrità strutturale di sistemi murari, caratterizzato dal fatto di consistere:

- nell'eseguire fori di iniezione, distanziati fra loro, all'interno di un sistema murario in modo atto ad attraversare cavità presenti nel sistema murario;
- nell'inserire, all'interno di detti fori di iniezione, dei tubi di iniezione;
- nell'iniettare in detti fori di iniezione, attraverso detti tubi di iniezione, una sostanza espandente, successivamente all'iniezione, a seguito di una reazione chimica.

Ulteriori caratteristiche e vantaggi del trovato risulteranno maggiormente dalla descrizione di una forma di esecuzione preferita, ma non esclusiva del procedimento secondo il trovato, illustrata, a titolo indicativo e non limitativo, negli uniti disegni, in cui:





la figura 1 illustra schematicamente l'iniezione della sostanza espandente attraverso un foro di iniezione praticato in un sistema murario;

la figura 2 illustra schematicamente il risultato derivante dall'espansione e dal consolidamento della sostanza espandente nel caso in cui la stessa venga iniettata mentre il tubo di iniezione viene ritirato gradualmente verso l'alto, lungo il relativo foro di iniezione;

la figura 3 illustra schematicamente il risultato derivante dall'espansione e dal consolidamento della sostanza espandente nel caso in cui la stessa venga iniettata senza ritirare il tubo;

la figura 4 illustra il risultato derivante dall'espansione della sostanza iniettata, nel caso di iniezioni in più fori di iniezione realizzati lungo lo sviluppo di un sistema murario fratturato;

le figure 5, 6 e 7 illustrano metodi di trattamento preventivo all'iniezione nel caso in cui il sistema murario presenti grandi cavità con sbocchi verso l'esterno del sistema murario.

la figura 8 illustra un controllo dell'iniezione ottenuto attraverso l'immissione, nel sistema murario, di tubi piezometrici riempiti d'acqua.

Con riferimento alle figure citate, il procedimento secondo il trovato consiste sostanzialmente nell'eseguire, in un sistema murario 1 contenente vuoti o cavità 2, fori di iniezione 3, distanziati tra loro ed in numero variabile a seconda delle esigenze e delle condizioni di deterioramento del sistema murario 1.

I fori di iniezione 3 si sviluppano preferibilmente secondo



direzioni sostanzialmente ortogonali alla superficie di massimo sviluppo delle cavità 2 all'interno del sistema murario 1.

Nel caso, che si presenta più frequentemente, di sistema murario 1 a sviluppo verticale, i fori di iniezione 3 vengono eseguiti preferibilmente con direzione verticale o leggermente inclinata rispetto alla verticale in quanto le maggiori cavità 2 all'interno del sistema murario 1, in generale, hanno uno sviluppo orizzontale (ad esempio un muro di mattoni) in modo da poterne attraversare il maggior numero possibile con ogni singolo foro di iniezione 3. Tali fori di iniezione 3 potranno essere eseguiti direttamente nel sistema murario 1 con diverse lunghezze secondo necessità e preferibilmente con una distanza fra due fori di iniezione contigui variabile fra 0,20 m e 2,00 m.

I fori di iniezione 3 potranno avere dimensioni variabili a seconda delle esigenze comunque con diametro preferibilmente compreso fra 4 mm e 40 mm. In alcuni casi può essere necessario eseguire i fori di iniezione 3 in direzione diversa dalla verticale ma comunque contenuta tra i piani di giacitura delle due facce opposte di maggiore sviluppo del sistema murario 1.

Anche la profondità dei fori di iniezione 3 potrà variare a seconda delle esigenze, come meglio apparirà in seguito.

Successivamente, nei fori di iniezione 3, vengono inseriti o impiantati tubi di iniezione 4, in rame, PVC, acciaio o altro materiale opportunamente costituiti e/o trattati con materiale lubrificante allo scopo di favorirne lo scorrimento lungo il relativo foro di iniezione 3.

Attraverso i tubi di iniezione 4, viene quindi iniettata, nel



sistema murario 1, una sostanza 5 espandente, successivamente all'iniezione, per reazione chimica.

Preferibilmente, durante l'iniezione, i tubi di iniezione 4 gradualmente ritirati lungo il relativo foro di iniezione 3 in senso contrario al senso di inserimento in modo che la sostanza 5 si distribuisca nelle numerose cavità 2 che il foro di iniezione 3 attraversa o comunicanti con esso, con la finalità di interessare, con una singola operazione, un vasto volume di sistema murario 1 e di riempire con la sostanza 5 molti vuoti, interstizi, cavità.

Nel caso più frequente di sistema murario 1 a sviluppo verticale e quindi con fori di iniezione 3 che si sviluppano verticalmente o leggermente inclinati rispetto alla verticale, i tubi di iniezione 3 vengono progressivamente ritirati verso l'alto, durante l'iniezione della sostanza 5, con una velocità preferibilmente variabile come meglio apparirà in seguito.

La sostanza 5, una volta iniettata, a seguito di una reazione chimica fra i suoi componenti, espande con un potenziale aumento di volume compreso fra 2 e 5 volte il volume della sostanza prima dell'espansione e sviluppa una pressione massima di espansione in condizioni di completo confinamento compresa normalmente fra 20 kPa e 200 kPa o comunque sempre inferiore alla pressione limite di rottura del sistema murario 1 sottoposto ad intervento.

La pressione massima di espansione di tale sostanza 5 diminuisce fortemente con lo svilupparsi di un aumento minimo di volume della sostanza stessa a seguito della reazione chimica, in modo tale da



garantire, se completamente confinata all'interno di una cavità muraria satura, un forte abbattimento della pressione di espansione dopo una minima espansione e quindi dopo eventuali minime e tollerabili deformazioni degli elementi murari circostanti. In particolare tale sostanza presenta una forte diminuzione di pressione massima di espansione a seguito di una espansione della stessa anche inferiore al 5% del proprio volume iniziale. Il termine 'dissipabile' utilizzato nel presente documento vuole esprimere tale concetto.

La sostanza 5, prima dell'espansione, presenta un coefficiente di permeabilità preferibilmente pari 10-9 m/s.

La sostanza 5 possiede, prima dell'inizio della reazione chimica di espansione, una viscosità media compresa fra 200 mPa.s e 300 mPa.s a 20 °C e comunque atta a garantire la facile permeazione delle cavità raggiungibili dalla stessa in uscita dal tubo di iniezione 4 nel sistema murario 1.

La sostanza 5 presenta un tempo di reazione, ossia quell'intervallo di tempo che intercorre fra la sua immissione nel tubo di iniezione 4 e l'inizio del processo di espansione, compreso normalmente tra 3 secondi e 60 secondi in modo da evitare, a seconda dello spessore e delle caratteristiche del sistema murario 1 da sottoporre ad intervento, sia una eccessiva fuoriuscita della sostanza 5 dalla muratura trattata, sia una parziale permeazione dei vuoti presenti all'interno del sistema murario 1.

Immediatamente dopo l'inizio del processo di espansione, la sostanza 5 aumenta velocemente la propria viscosità fino a divenire



solida, e cioè con viscosità tendente ad infinito, a reazione ultimata; tale periodo di tempo è preferibilmente compreso fra 20 secondi e 150 secondi.

Tale caratteristica è molto importante anche perché permette di iniettare la sostanza 5 anche all'interno di sistemi murari a diretto contatto con acqua in movimento, senza incorrere nel rischio che essa venga dilavata e quindi trasportata all'esterno del sistema murario. Inoltre tale sostanza 5 è in grado di dar corso alla regolare espansione indipendentemente dalla presenza d'acqua al contorno.

Una volta espansa e consolidatasi, la sostanza 5 non è alterabile dalla presenza di acqua, anche acida e/o ricca di solfati e/o di carbonati o di sali in genere.

A consolidamento avvenuto la sostanza 5 possiede buone caratteristiche meccaniche, almeno pari a quelle appartenute al materiale disgregatosi che la sostanza 5 ha sostituito. Tali caratteristiche meccaniche possono essere definite, entro un certo margine, a priori in quanto dipendono dalla densità che presenta la sostanza 5 una volta espansa, la quale è direttamente funzione della densità della sostanza 5 espansa all'aria libera e della quantità di sostanza immessa durante la fase di iniezione.

In particolare, tale sostanza 5, una volta consolidatasi, presenta preferibilmente una resistenza a trazione sostanzialmente compresa tra una media di 180 N/cm<sup>2</sup>, a 200 Kg/m<sup>3</sup> di densità, e 800 N/cm<sup>2</sup>, a 500 Kg/m<sup>3</sup> di densità, ed una resistenza a compressione sostanzialmente compresa fra una media di 200 N/cm<sup>2</sup>, a 200 Kg/m<sup>3</sup> di densità, e 1.300 N/cm<sup>2</sup>, a 500



Kg/m<sup>3</sup> di densità, proprietà per cui migliora le caratteristiche meccaniche del sistema murario 1 trattato anche rispetto alle sue condizioni di origine soprattutto se si considera che, solitamente, si avranno per la sostanza 5 iniettata e consolidata densità superiori a 500 Kg/m<sup>3</sup> e quindi resistenze a trazione e a compressione ancora più elevate di quelle sopra riportate, mentre la resistenza a trazione dei leganti tradizionali è praticamente quasi nulla.

La sostanza 5, una volta espansa e consolidata, possiede un peso specifico che è inferiore a quello dell'acqua.

La sostanza 5 è opportunamente costituita da una miscela di schiuma di poliuretano espandente, preferibilmente una schiuma di poliuretano a celle chiuse. Tale sostanza 5 può essere costituita, ad esempio, da una schiuma a due componenti che viene miscelata all'interno di un apparecchio miscelatore, di tipo noto e non illustrato per semplicità, che è collegato ai tubi di iniezione 4 e che è servito da una pompa che assicura la pressione necessaria all'iniezione della sostanza attraverso i tubi di iniezione 4. Il primo componente può essere una miscela di polioli comprendente un polieterepoliolo, un catalizzatore e acqua, ad esempio del tipo Uretek Hydro CP 200 A prodotto dalla società olandese Resina Chemie. Il secondo componente può essere un isocianato MDI, come ad esempio del tipo Uretek Hydro CP 200 B prodotto dalla stessa ditta. La miscelazione di questi due componenti produce una schiuma di poliuretano espandente la cui densità, al termine dell'espansione all'aria libera (cioè senza nessun confinamento), è come minimo pari a 200 kg/m<sup>3</sup> e varia in relazione al volume delle cavità 2 presenti nel sistema murario 1 ed



alla resistenza opposta dalle pareti che delimitano tali cavità 2.

Ovviamente potranno essere utilizzate anche altre sostanze espandenti aventi proprietà analoghe senza per questo uscire dall'ambito di protezione del presente trovato.

A seconda delle esigenze, la sostanza 5 potrà essere iniettata, attraverso i tubi di iniezione 4 inseriti nei fori di iniezione 3, praticati preventivamente nel sistema murario 1, in un'unica fase di iniezione od eventualmente con delle parziali interruzioni, come illustrato nelle figure 1, 2 e 4, iniziando dal basso, mentre il tubo di iniezione 4 viene gradualmente ritirato verso l'alto con una velocità che viene preferibilmente regolata in funzione della pressione e/o alla portata di iniezione della sostanza 5.

Se necessario, la sostanza 5 potrà anche essere eventualmente immessa effettuando iniezioni localizzate in specifici punti del sistema murario 1 laddove, per esempio, vi è maggiore presenza di vuoti, oppure vi è presenza di infiltrazioni d'acqua, oppure ancora si trova una discontinuità strutturale o altro. In quest'ultimo caso i tubi di iniezione 4 non verranno necessariamente ritirati ma potranno rimanere abbandonati nel sistema murario 1, come illustrato nella figura 3. Anche in questo caso, può essere utile rilevare la pressione e/o la portata di iniezione della sostanza 5 per verificare il completo riempimento delle cavità 2 e quindi decidere l'interruzione dell'iniezione.

La pressione e la portata di iniezione possono essere rilevate costantemente mediante un sistema di controllo comprendente un manometro e/o da un misuratore di portata, di tipo noto e non illustrati per



semplicità, posti a monte dell'apertura di ingresso del tubo di iniezione 4 tra questa e l'apparecchio miscelatore, ad esempio su un ugello di iniezione, di tipo noto e non illustrato per semplicità, che collega l'apparecchio miscelatore al relativo tubo di iniezione 4, in modo tale da ottenere un completo riempimento delle cavità 2 prima di iniziare il ritiro del tubo di iniezione 4 o di interrompere l'iniezione della sostanza 5.

In particolare, si fornisce un esempio sull'importanza dell'uso del controllo dell'iniezione tramite la strumentazione, sopra citata, posta sull'ugello di iniezione. Tale esempio viene riportato a titolo puramente indicativo e non limitativo: supponendo note le caratteristiche del sistema murario integro per cui la massima pressione tollerabile dalla muratura, ovvero la pressione limite di rottura (20 bar) divisa per il coefficiente di sicurezza (10), sia 2 bar, il processo di iniezione viene eventualmente realizzato con la limitazione delle pressioni di iniezione a regime normale compreso fra 0 e 2 bar.

Al variare delle pressioni di iniezione rilevate dal manometro, varia proporzionalmente la velocità di ritiro del tubo di iniezione 4.

Alla pressione, rilevata dal manometro posto sull'ugello di iniezione di 0 bar, il tubo di iniezione 4 viene ritirato con velocità di 0 metri al minuto; alla pressione rilevata dal manometro posto sull'ugello di iniezione tendente, ma comunque inferiore, a 2 bar, il tubo di iniezione 4 viene ritirato con velocità di 3 metri al minuto; a pressioni rilevate dal manometro posto sull'ugello di iniezione comprese fra 0 e 2 bar, la velocità di ritiro del tubo di iniezione 4 varia





proporzionalmente fra 0 e 3 metri al minuto. I parametri sopra descritti a titolo di esempio variano anche in modo rilevante al variare delle caratteristiche del sistema murario 1.

Se improvvisamente ed istantaneamente si verifica un'induzione prolungata di sovrappressione rilevata dal manometro posto sull'ugello di iniezione fino a 10 bar (valore comunque inferiore alla pressione limite di rottura della muratura) e/o una forte diminuzione o un arresto di erogazione rilevata dal misuratore di portata, una valvola di sicurezza o simile arresterà il flusso di iniezione fuoriuscente dall'ugello di iniezione, disattivando il sistema e quindi l'iniezione della sostanza 5. L'induzione di sovrappressione deve essere prolungata e compresa in generale fra 2 e 10 secondi a seconda del tipo di muratura. Accade infatti che per picchi di sovrappressione molto rapidi (in generale inferiori a 2 - 10 secondi) la muratura è comunque in grado di tollerare determinate pressioni, comunque inferiori alla pressione limite di rottura, senza necessariamente deformarsi. In alcuni casi, inoltre, il manifestarsi di fenomeni di picco di sovrappressioni sono d'aiuto ad una più completa permeazione dei vuoti da parte della sostanza 5 nel sistema murario. Per sostanze aventi una viscosità maggiore della viscosità preferita più sopra citata, l'induzione di sovrappressione provoca dei benefici molto ridotti di maggior permeazione a fronte di elevati rischi di rottura nel sistema murario.

In questo modo viene garantita la massima sicurezza e vengono evitati rischi di collasso del sistema murario, garantendo una permeazione completa dello stesso.



Il misuratore di portata e il manometro permettono, inoltre, di gestire l'iniezione evitando eccessive fuoriuscite della sostanza 5 dal sistema murario 1; nel caso in cui la portata erogata risultasse eccessivamente elevata, infatti, si potrà interrompere l'iniezione controllando e verificando a vista o con prove distruttive o non distruttive il sistema murario per verificare se vi siano o meno eccessive dispersioni della sostanza 5 all'esterno del sistema murario 1.

Questo sistema eventuale da adottare per controllare in modo continuo l'iniezione e la velocità di ritiro dei tubi di iniezione 4 può essere di tipo programmabile così da poter essere applicato a sistemi murari con diverse caratteristiche.

I tubi di iniezione 4 presentano, in corrispondenza di una loro estremità assiale, un'apertura di ingresso, destinata ad essere connessa all'ugello di iniezione, e, in corrispondenza o in prossimità della loro estremità assiale opposta, una o preferibilmente più aperture di uscita per la sostanza 5. Nel caso di più aperture di uscita, la sommatoria delle singole sezioni di passaggio di queste è preferibilmente maggiore della sezione di passaggio dell'apertura di ingresso a cui è applicato l'ugello di iniezione. Tale caratteristica produce, fra l'altro, una maggior uniformità di distribuzione della sostanza 5 nel sistema murario 1, minor rischio di aumenti repentini di pressione dovuti a ostruzione del condotto di iniezione, costituito dal tubo di iniezione 4 e/o dal foro di iniezione 3, o a riempimento di cavità stagne presenti nel sistema murario stesso e una diminuzione di velocità di uscita della sostanza 5 dal condotto di iniezione con conseguente diminuzione del



rischio di fuoriuscita dal sistema murario 1.

Una volta iniettata, con la sola pressione indotta dalla pompa, la sostanza 5, in virtù della bassa viscosità (i cui valori preferiti sono sopra riportati) prima dell'espansione, tende a penetrare tutte le cavità 2 più facilmente accessibili nel sistema murario ed inizia l'espansione. Tale comportamento provoca il riempimento delle cavità 2 occupate ed un'ulteriore spinta della sostanza 5 nelle cavità meno accessibili con conseguente riempimento delle stesse. La pressione controllata e dissipabile di espansione della sostanza 5 evita rotture e deformazioni rilevanti nel sistema murario 1. Tutti gli elementi solidi costituenti il sistema murario 1 circostante al foro di iniezione vengono avvolti da una pellicola di sostanza espansa di dimensione pari ai precedenti interstizi vuoti e rimessi sicuramente in tensione. Eventuali fluidi presenti in cavità del sistema murario vengono espulsi dalla pressione di espansione della sostanza 5 e tutti i blocchi laterizi o lapidei costituenti lo scheletro solido del sistema murario vengono riaggregati senza subire sovratensioni. Qualora il sistema murario si trovi immerso in acqua o nel terreno sottostante il livello della falda, viene utilizzata una sostanza espandente che reagisce indipendentemente dalla presenza dell'acqua e che non viene alterata dalla stessa né durante il processo di espansione né a consolidazione avvenuta. Ad esempio il già citato Uretek Hydro CP 200 A espande solamente grazie all'acqua in esso contenuta, essendo alogeno e totalmente privo di composti propellenti quali CFC, HFC, HCFC e CF. La reazione chimica di espansione, in altre parole, avviene senza assorbire acqua dall'ambiente circostante e quindi senza venire danneggiata da essa



o, soprattutto, potenziata nella propria forza di espansione. Inoltre, tale elemento proviene da materiale rinnovabile e non inquinante:

E' da notare, secondo la presente invenzione, che la sostanza 5 iniettata nel sistema murario secondo una maglia geometrica opportunamente progettata, all'atto dell'espansione si dirige automaticamente nelle cavità 2 più facilmente raggiungibili. In questo modo, la sostanza continua ad occupare le cavità fino a saturazione delle stesse con conseguente induzione di sovrappressione e diminuzione di portata verificabile in ogni momento dal sistema di controllo posto in corrispondenza dell'ugello di iniezione come descritto in precedenza.

Un altro controllo che può essere effettuato in corso d'opera è il monitoraggio degli eventuali spostamenti, lungo direzioni sostanzialmente perpendicolari ai piani di giacitura delle due facce opposte di maggiore estensione del sistema murario e quindi in orizzontale se il sistema murario è verticale, subiti dal sistema murario o dall'intera superficie esterna del sistema murario durante l'iniezione della sostanza 5. Tale controllo viene eventualmente eseguito mediante l'utilizzo di livelli laser, o analoga strumentazione, reperibili sul mercato atti a rilevare in tempo reale ed in modo continuo ogni minimo spostamento delle superfici del sistema murario stesso.

In presenza di grosse o comunque apprezzabili cavità nel sistema murario affioranti in superficie si possono eseguire degli interventi preliminari all'iniezione della sostanza 5 nel sistema murario. Tali interventi si distinguono a seconda che la superficie del sistema murario sia a contatto con terreno o sia a vista, ovvero con superficie libera o



immersa nell'acqua. Nel primo caso si può intervenire preventivamente, secondo una tecnica di tipo noto, con delle iniezioni di sostanze espandenti 10 con alto grado di espansione e grande pressione di espansione lungo la superficie del sistema murario direttamente a contatto con il terreno, oppure nel terreno ad una distanza variabile da 0,20 m a 1,00 m dalla superficie, come illustrato nelle figure 5 e 6, allo scopo di spingere il terreno o il sistema espandente iniettato verso le cavità del sistema murario per chiudere e bloccare le aperture in esso presenti e affioranti in superficie. Nel secondo caso, si può intervenire lungo la superficie del sistema murario interessata dall'affioramento delle cavità ad esempio con la stesa di un telo di geotessuto 11 od altro ed il ricoprimento 'a spruzzo' dello stesso mediante l'utilizzo di sostanze espandenti ad alto grado di espansione e veloce solidificazione, come illustrato nella figura 7. Il tutto potrà essere velocemente rimosso subito dopo l'operazione di iniezione nel sistema murario. Per il raggiungimento dell'obiettivo di confinamento del sistema murario sarà eventualmente possibile utilizzare altri metodi purché in grado di confinare l'eventuale fuoriuscita della sostanza 5 dalle cavità affioranti sulla superficie del sistema murario.

Per definire con precisione l'interesse di esecuzione delle iniezioni nella muratura si può utilizzare il sistema illustrato dalla figura 8, ovvero il metodo di controllo dell'iniezione ottenuto attraverso l'immissione nel sistema murario di tubi piezometrici 13, a fondo chiuso, nelle vicinanze del condotto di iniezione, aventi la caratteristica di essere flessibili e deformabili. Tali tubi piezometrici



13 sono riempiti d'acqua e il livello dell'acqua è visibile nella porzione dei tubi piezometrici 13 che fuoriesce superiormente dal sistema murario 1. La sostanza 5, durante il riempimento delle cavità 2 contenenti i tubi piezometrici 13, in virtù della pressione di espansione, preme le pareti dei tubi piezometrici 13 provocando l'innalzamento del livello dell'acqua in essi contenuta. Tale controllo non distruttivo permette di identificare lo spazio percorso dalla sostanza espandente all'interno del sistema murario e di conseguenza progettare l'interasse di intervento necessario al consolidamento dello stesso.

Tale sistema di controllo non distruttivo può essere utilizzato sistematicamente durante il corso delle operazioni di iniezione ove sia importante verificare che in ogni cavità il sistema murario sia stato permeato dalla sostanza 5.

Al termine del trattamento potranno essere applicati al sistema murario metodi tradizionali di controllo di integrità siano essi distruttivi quali carotaggi o altri o non distruttivi quali prove soniche o altri.

Si è in pratica constatato come il procedimento secondo l'invenzione assolva pienamente il compito prefissato in quanto consente, in modo semplice, rapido, efficace, definitivo, non distruttivo ed economico, di ricostituire l'integrità strutturale di sistemi murari deteriorati, anche in presenza d'acqua, allo scopo di aumentarne le caratteristiche meccaniche, diminuirne la permeabilità a flussi d'acqua, diminuirne la conducibilità termica ed altro.



In procedimento, così concepito, è suscettibile di numerose modifiche e varianti, tutte rientranti nell'ambito del concetto inventivo; inoltre, tutti i dettagli potranno essere sostituiti da altri elementi tecnicamente equivalenti.

\* \* \* \* \*





## R I V E N D I C A Z I O N I

1. Procedimento per riparare e/o impermeabilizzare e/o isolare e/o rinforzare e/o ricostruire l'integrità strutturale di sistemi murari, caratterizzato dal fatto di consistere:

- nell'eseguire fori di iniezione, distanziati fra loro, all'interno di un sistema murario in modo atto ad attraversare cavità presenti nel sistema murario;
- nell'inserire, all'interno di detti fori di iniezione, dei tubi di iniezione;
- nell'iniettare in detti fori di iniezione, attraverso detti tubi di iniezione, una sostanza espandente, successivamente all'iniezione, a seguito di una reazione chimica.

2. Procedimento, secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che, durante l'iniezione, detti tubi di iniezione vengono ritirati gradualmente, in senso contrario al senso di inserimento, lungo i relativi fori di iniezione per consentire a detta sostanza di penetrare nelle cavità attraversate o prossime a detti fori di iniezione.

3. Procedimento, secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che detti fori di iniezione vengono eseguiti sostanzialmente ortogonalmente alla superficie di massimo sviluppo delle cavità all'interno del sistema murario.

4. Procedimento, secondo una o più delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto che detta sostanza è costituita da una schiuma di poliuretano a celle chiuse.

5. Procedimento, secondo una o più delle rivendicazioni precedenti,





caratterizzato dal fatto che detta sostanza è costituita da un isocianato MDI e da una miscela di polioli.

6. Procedimento, secondo una o più delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto che detta sostanza presenta una pressione massima di espansione sostanzialmente compresa fra 20 kPa e 200 kPa.

7. Procedimento, secondo una o più delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto che detta sostanza presenta, in fase di espansione, una diminuzione della pressione massima di espansione (dissipazione) a seguito di un grado di espansione della stessa anche inferiore al 5% del proprio volume iniziale.

8. Procedimento, secondo una o più delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto che detta sostanza presenta una pressione massima di espansione inferiore alla pressione limite di rottura del sistema murario nel quale viene iniettata.

9. Procedimento, secondo una o più delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto che i tempi di reazione di detta sostanza sono compresi fra 3 e 60 secondi.

10. Procedimento, secondo una o più delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto che né il processo di reazione chimica di espansione, né detta sostanza, in fase di espansione, sono alterabili dalla presenza di acqua.

11. Procedimento, secondo una o più delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto che detta sostanza, una volta espansa e consolidatasi, non è alterabile dalla presenza di acqua, anche acida e/o ricca di solfati e/o di carbonati o di sali in genere.



12. Procedimento, secondo una o più delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto che detta sostanza, una volta iniettata ed indurita, presenta una resistenza a trazione sostanzialmente compresa fra una media di  $180 \text{ N/cm}^2$ , a  $200 \text{ Kg/m}^3$  di densità, e  $800 \text{ N/cm}^2$ , a  $500 \text{ Kg/m}^3$  di densità.

13. Procedimento, secondo una o più delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto che detta sostanza, una volta iniettata ed indurita, presenta una resistenza a compressione sostanzialmente compresa fra una media di  $200 \text{ N/cm}^2$ , a  $200 \text{ Kg/m}^3$  di densità, e  $1.300 \text{ N/cm}^2$ , a  $500 \text{ Kg/m}^3$  di densità.

14. Procedimento, secondo una o più delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto che detta sostanza, prima dell'inizio della reazione chimica di espansione, presenta una viscosità sostanzialmente compresa tra  $200 \text{ mPa}\cdot\text{s}$  e  $300 \text{ mPa}\cdot\text{s}$  a  $20^\circ\text{C}$ .

15. Procedimento, secondo una o più delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto che detta viscosità passa da un valore di  $200 - 300 \text{ mPa}\cdot\text{s}$  ad un valore tendente ad infinito in un intervallo di tempo compreso fra 20 e 150 secondi a partire dall'inizio della reazione chimica di espansione di detta sostanza.

16. Procedimento, secondo una o più delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto che detta sostanza, una volta iniettata ed indurita, un peso specifico inferiore a quello dell'acqua.

17. Procedimento, secondo una o più delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto che detti fori di iniezione vengono eseguiti secondo direzioni sostanzialmente verticali e dal fatto che



l'iniezione di detta sostanza attraverso detti tubi di iniezione viene eseguita ritirando progressivamente detti tubi di iniezione dal basso verso l'alto.

18. Procedimento, secondo una o più delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto che detti fori di iniezione vengono eseguiti secondo direzioni inclinate rispetto alla verticale e dal fatto che l'iniezione attraverso detti tubi di iniezione viene eseguita ritirando progressivamente detti tubi di iniezione dal basso verso l'alto.

19. Procedimento, secondo una o più delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto che la direzione di sviluppo longitudinale di detti fori di iniezione è contenuta tra i piani di giacitura delle due facce opposte di maggiore estensione del sistema murario.

20. Procedimento, secondo una o più delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto che la distanza fra due fori di iniezione contigui è sostanzialmente compresa fra 0,20 m e 2,00 m.

21. Procedimento, secondo una o più delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto che il diametro di detti fori di iniezione è sostanzialmente compreso fra 4 mm e 40 mm.

22. Procedimento, secondo una o più delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto che detti tubi di iniezione presentano un'apertura di ingresso, connessa ad un dispositivo di iniezione, e più aperture di uscita per il passaggio di detta sostanza.

23. Procedimento, secondo una o più delle rivendicazioni



precedenti, caratterizzato dal fatto che la sezione di passaggio complessiva di dette aperture di uscita di detti tubi di iniezione è maggiore della sezione di passaggio di detta apertura di ingresso.

24. Procedimento, secondo una o più delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto che detti tubi di iniezione sono costituiti o trattati con materiale lubrificante per favorirne il loro ritiro durante l'iniezione di detta sostanza.

25. Procedimento, secondo una o più delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto che, durante l'iniezione di detta sostanza, la velocità di ritiro dei tubi di iniezione viene regolata in funzione della pressione e/o della portata di iniezione di detta sostanza.

26. Procedimento, secondo una o più delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto di prevedere mezzi di interruzione dell'iniezione di detta sostanza.

27. Procedimento, secondo una o più delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto che la pressione di iniezione viene misurata mediante un manometro posto a monte dell'apertura di ingresso di detti tubi di iniezione e connesso al tubo di flusso di iniezione di detta sostanza.

28. Procedimento, secondo una o più delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto che la portata di iniezione viene misurata mediante un misuratore di portata posto a monte dell'apertura di ingresso di detti tubi di iniezione e connesso al tubo di flusso di iniezione di detta sostanza.



29. Procedimento, secondo una o più delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto di rilevare la presenza di detta sostanza e la pressione esercitata dalla stessa in fase di espansione sulle zone del sistema murario prossime alle zone interessate dall'iniezione.

30. Procedimento, secondo una o più delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto che la presenza di detta sostanza e la pressione esercitata dalla stessa in fase di espansione, nelle zone del sistema murario prossime alle zone interessate dall'iniezione, vengono rilevate mediante tubi piezometrici inseriti in fori di rilevazione praticati nel sistema murario a distanze prefissate dai fori di iniezione nei quali vengono inseriti detti tubi di iniezione.

31. Procedimento, secondo una o più delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto che, durante l'iniezione di detta sostanza, viene controllato costantemente lo spostamento del sistema murario lungo direzioni sostanzialmente perpendicolari ai piani di giacitura delle due facce di maggiore estensione del sistema murario.

32. Procedimento, secondo una o più delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto che lo spostamento del sistema murario lungo direzioni sostanzialmente perpendicolari ai piani di giacitura delle due facce di maggiore estensione del sistema murario viene eseguito mediante un dispositivo di controllo a livelle laser.

33. Procedimento, secondo una o più delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto di comprendere interventi preventivi per limitare la fuoriuscita di detta sostanza da sbocchi di dette cavità

sfocianti all'esterno del sistema murario.

34. Procedimento, secondo una o più delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto che detti interventi preventivi consistono nell'eseguire delle iniezioni a colonna di una sostanza espandente per reazione chimica nel terreno direttamente nell'interfaccia terreno-sistema murario e/o in zone del terreno distanziate dal sistema murario.

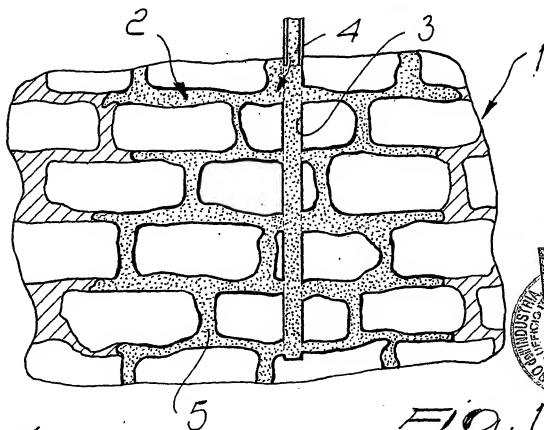
35. Procedimento, secondo una o più delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto che detti interventi preventivi consistono nell'applicare un telo di geotessuto alla superficie del sistema murario interessata da detti sbocchi delle cavità e nell'eseguire un ricoprimento 'a spruzzo' di detto telo mediante una sostanza espandente per reazione chimica.

36. Procedimento per riparare e/o impermeabilizzare e/o isolare e/o rinforzare e/o ricostruire l'integrità strutturale di sistemi murari, caratterizzato dal fatto di comprendere una o più delle caratteristiche descritte e/o illustrate.

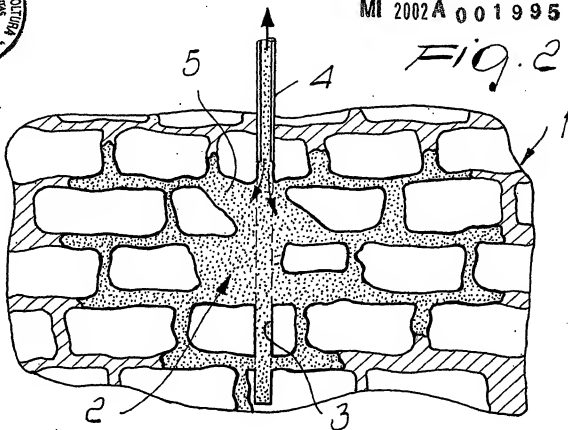
Il Mandatario:

- Dr. Ing. Guido MODIANO -

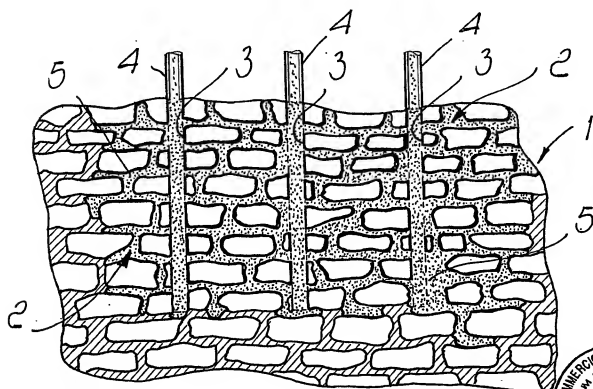
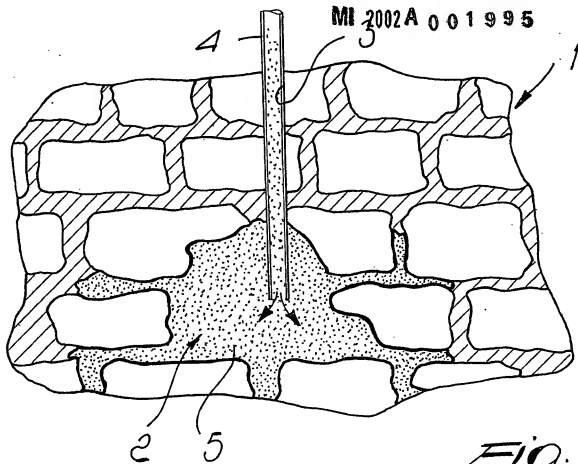




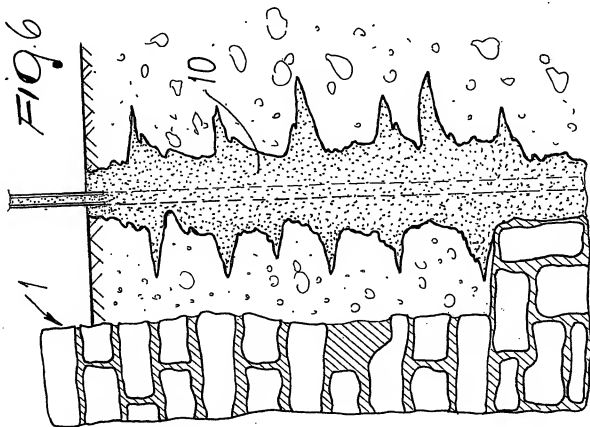
MI 2002A 001995



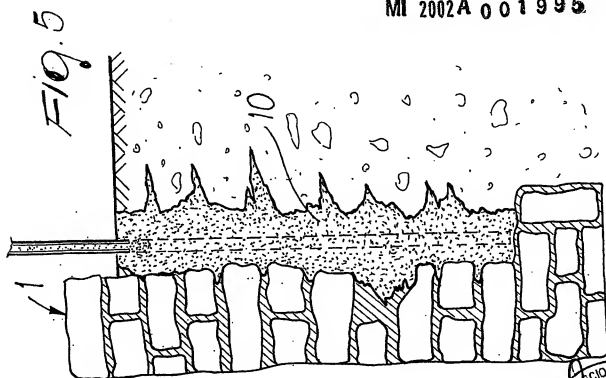
MI 2002A 001995

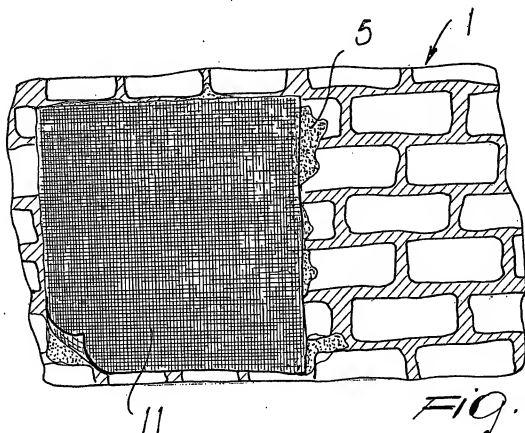




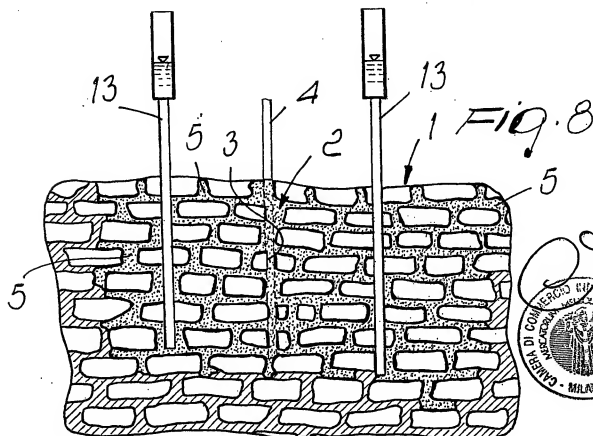


MI 2002A 001995





MI 2002A 001995



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.